

A study of reactions between ^{27}Al and ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O and ^{19}F ions

著者	Sato Masataka
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 97, 1981. 3. 25
発行年	1981
URL	http://hdl.handle.net/2241/5835

【22】

氏 名 (本 籍)	さ とう まさ たか 佐 藤 昌 孝 (神奈川県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 97 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 56 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	A Study of Reactions between ^{27}Al and $^{16,17,18}\text{O}$ and ^{19}F Ions (^{27}Al と $^{16,17,18}\text{O}$ 及び ^{19}F の反応の研究)
主 査	筑波大学教授 理学博士 三 雲 昂
副 査	筑波大学教授 理学博士 眞 田 順 平
副 査	筑波大学教授 理学博士 八 木 浩 輔
副 査	筑波大学助教授 理学博士 岸 本 照 夫

論 文 の 要 旨

重イオンを標的核に衝撃して得られる核反応 (H I 反応) は, P, α 等軽イオンによる核反応 (L I 反応) と著しい相異を示す。たとえば, 反応機構としては, L I 反応でよく知られている直接反応, 複合核経由反応のほかに, いわば第三の機構である深部非弾性衝突 (D I C) の存在が知られている。

この D I C は, 主として非常に高いエネルギーの重い重イオンを重い標的核にあてるときにしばしば観測されている。特徴としては, i) 平均のエネルギー損失が大きい。ii) 反応において移行する核子数が大きい程, また散乱角が大きくなる程, 直接過程 (Q E C) に比して重要になる。iii) また, 生成物の微分断面積 $d\sigma/d\Omega$ は 0° に向かって大きく立ち上る等があげられる。

著者は先に $^{27}\text{Al} + 88 \text{ MeV } ^{16}\text{O}$ の反応において比較的低いエネルギーの“軽い重イオン”—軽い核間でも D I C 的な振舞を見出したが, さらに, 反応の Q 値, 入射ビームの種類およびエネルギー, 移行核子数 n の核反応の断面積に占める重要性を探るために, ^{27}Al の標的に $^{16,17,18}\text{O}$ 及び ^{19}F のビームを照射して, 生成物粒子の識別, そのエネルギースペクトル (Q スペクトル), 最確 Q 値, 生成断面積の角分布, 断面積の Q 依存性を徹底的にしらべた。

二種類のイオン源から得られた上記のイオンを, 筑波大学 12 U D ペリトロン加速器で 86—95 MeV に加速し (^{16}O ビームについては更に 70, 60 MeV での測定も行った) ^{27}Al 標的に照射した。核反応で得られた生成物は, ΔE —E Si 半導体カウンターテレスコープを用いて, 原子番号 Z のみでなく, 質

量数Aをも $2 \leq Z \leq 8$, $4 \leq A \leq 18$ について識別した。データはコンピュータに搬送して、オンラインで急速に処理した。

得られた結果の特徴は次の通りである。i) エネルギースペクトルはすべて一山の駱駝の背中状を示し、ほとんどの場合離散ピークを示さず、連続的なスペクトルであった。この駱駝のコブの頂点に対応するQ値 Q^m の絶対値は、入射粒子 E_i に比して大きく、 Q^m の E_i およびnへの依存性は、以前著者らが得た Q^m の実験公式と比較して、反応はD I Cが主要な役割を演じていることが分った。ii) エネルギースペクトルを、Q値に対して5 MeV毎のバンドで切り、そのおのおのの断面積 $d^2\sigma/d\Omega dQ$ を重心系散乱角 θ に対してプロットすると、すべての角分布が

$$d^2\sigma/d\Omega dQ = A \exp(-\mu\theta)/\sin\theta$$

の形で表わせることが分った。ここで μ はnが小さく、またQが大きい程大きく、nが大きく、またはQが小さくなるにつれて小さくなることが分った。この結果は、全体として、弾丸および標的核が一旦ダンベル型の形状を呈し、角速度 ω で τ 時間相互に回転し、この際エネルギーや核子(群)を移行した後再び離れるという二核模型で矛盾なく説明できる。すなわち μ が大きいことは τ または $1/\mu = \varphi = \omega\tau$ が小さく、従ってよりQ E Cに近く、 μ が小さくなると τ または φ が大きく、最後には角分布は $1/\sin\theta$ の形状に近づいて、融合反応(C F)に近づくことを示している。 μ は一般にQまたはnと共にスムーズに変化するが、特定の反応に対しては、 μ が異常に大きく、反応が深いQ値に対してもより直接過程に近いことが分った。

最後に各角度において、外向粒子のエネルギーで積分した断面積 $d\sigma/d\Omega$ を終状態が基底状態になる二体反応のQ値 Q_{gg} に対してプロットすると、一見不規則で、上述の μ が異常な反応では異常性を示す。しかし、終状態での核子の不對効果 $\Delta(A, Z)$ を考慮すると、極端な前方角でのデータを除いて、 $d\sigma/d\Omega \propto \exp\{Q_{gg} + \Delta(A, Z)\}$ の関係を得た。このことは、上述の二核模型の妥当性を支持している。

審 査 の 要 旨

著者は重イオン核反応において最近注目されている“深部非弾性衝突”が、軽イオン—軽核の系($^{27}\text{Al} + ^{16}\text{O}$, ^{17}O , ^{18}O , ^{19}F)では、比較的低い入射エネルギーでも、主要な部分を占めていることをつきとめた。さらに、反応の断面積・反応機構において、反応のQ値が、移行核子数と共に演ずる重要な役割を明らかにした。

一方技術面からは、著者は $^{17,18}\text{O}$ のような存在比の小さい同位体のビームを得、また多次元情報の急速処理のソフトウェアを開発し、これにより複雑で膨大なデータのオンライン処理に成功した。

以上のように著者は、技術の開発を通じて核物理学の新分野を開拓した業績は高く評価されている。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。